

## Method and apparatus for determining the instantaneous operating conditions of a centrifugal pump

**Patent number:** DE19615923  
**Publication date:** 1996-10-31  
**Inventor:** ALGERS BENGT (SE)  
**Applicant:** ABS PUMP PROD AB (SE)  
**Classification:**  
- international: F04D15/00; F04D29/04; G01B7/16; G01L1/00  
- european: F04D15/00L  
**Application number:** DE19961015923 19960422  
**Priority number(s):** SE19950001514 19950425

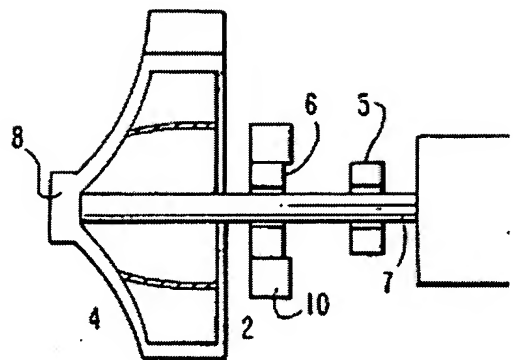
**Also published in:**

US564  
GB230  
FR273  
SE950  
SE516

Abstract not available for DE19615923

Abstract of correspondent: **US5649449**

In the disclosed method of determining the current or instantaneous operating conditions of a centrifugal pump, the radial forces impressed on the impeller shaft by the operatively rotating pump impeller are measured at a shaft-supporting bearing disposed proximate the pump housing and impeller. In a preliminary or test operation of the pump, this radial force measurement is taken at a plurality of volumetric liquid flow rates through the pump so as to develop a relationship between the radial force and liquid flow. Then, during normal operation of the pump, the current or instantaneous radial force is measured at the bearing and this measurement is compared to the previously-developed relationship to accurately determine the instantaneous operating conditions of the pump by identifying the point along the pump's characteristic curve-which defines for the pump a relationship between lifting height and volumetric liquid flow-at which the pump is currently operating.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Doppel



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 15 923 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 04 D 15/00**  
F 04 D 29/04  
G 01 B 7/16  
G 01 L 1/00

②1 Aktenzeichen: 196 15 923.7  
②2 Anmeldetag: 22. 4. 96  
④3 Offenlegungstag: 31. 10. 96

DE 196 15 923 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
25.04.95 SE 9501514

⑦1 Anmelder:  
ABS Pump Production AB, Mölndal, SE

⑦4 Vertreter:  
Busse & Busse Patentanwälte, 49084 Osnabrück

⑦2 Erfinder:  
Algiers, Bengt, Nol, SE

⑤4 Verfahren zur Bestimmung der momentanen Betriebsbedingungen für eine Zentrifugalpumpe

⑤7 Bei einem Verfahren zum Bestimmen der momentanen Betriebsbedingungen für eine Zentrifugalpumpe wird der aktuelle Betriebspunkt an der Pumpenkennlinie bestimmt, die das Verhältnis zwischen der Förderhöhe und dem Fördervolumen bei einer gegebenen Drehzahl angibt. Es werden die Größe und die Richtung der resultierenden Radialkräfte auf die Flügelradwelle gemessen. Durch einen Vergleich mit früher gemessenen bekannten Werten kann die aktuelle Position an der Pumpenkennlinie bestimmt werden. Die Kräfte, die auf die Flügelradwelle wirken, werden durch eine Meßvorrichtung gemessen, die das vordere Lager umgibt. Diese Meßvorrichtung kann z. B. ein sog. Preßduktor-Radialspannungsmesser sein, mit dem die Last z. B. in vier verschiedenen Richtungen rechtwinklig zueinander gemessen werden kann.

DE 196 15 923 A 1

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bestimmung der momentanen Betriebsbedingungen für eine Zentrifugalpumpe, wobei durch das Verfahren nach der Erfindung der aktuelle Betriebspunkt auf der Pumpenkennlinie bestimmt wird, die das Verhältnis zwischen Förderhöhe und Fördervolumen bei einer gegebenen Drehzahl anzeigt.

Eine Zentrifugalpumpe hat ein spiralförmiges Gehäuse, in dem ein Flügelrad mit mehreren Flügeln rotiert. Der Abstand zwischen der Außenwand des Gehäuses und der Flügelradwelle verändert sich kontinuierlich aufgrund der Spiralförmigkeit des Gehäuses. Wenn die Pumpe arbeitet, erzeugt dies eine Radialkraft auf das Flügelrad, und die Pumpe ist so ausgebildet, daß sie bei bestimmten definierten Betriebsbedingungen ihre bestmögliche Leistung und geringstmögliche auf das Flügelrad wirkende Radialkraft aufweist. Die Radialkraft wird auf die Pumpenwelle übertragen und von deren Lagern aufgenommen.

Die Verwendung bekannter Vorrichtungen zur Bestimmung der Betriebsbedingungen und Definition des Betriebspunktes auf der Pumpenkennlinie haben das Vorhandensein zweier Flüssigkeitsauslässe für eine Druckmessung angrenzend an die Pumpe zur Bedingung. Neben den praktischen und technischen Komplikationen, die sich aus einer solchen Konstruktion ergeben, sind diese Messungen vergleichsweise unzuverlässig. Eine präzise Bestimmung des aktuellen Betriebspunktes der Pumpe auf der Pumpenkennlinie ist wichtig, wenn die Pumpe Teil eines Prozesses ist und zuverlässig gemessene Werte zum Steuern der Pumpe benutzt werden können.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, mit dem der aktuelle Betriebspunkt der Pumpe auf einfache Weise zuverlässig bestimmt werden kann.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst. Weitere, vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Im einzelnen werden bei dem Verfahren nach der Erfindung die Größe und Richtung der resultierenden Radialkräfte auf die Flügelradwelle gemessen. Durch einen Vergleich mit früher gemessenen bekannten Werten kann die aktuelle Position an der Pumpenkennlinie bestimmt werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung einer Zentrifugalpumpe im Querschnitt,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Zentrifugalpumpe nach Fig. 1, der Flügelradwelle und ihrer Lager in einem senkrechten Querschnitt durch die Flügelradwelle,

Fig. 3 eine graphische Darstellung der Pumpenkennlinie und der resultierenden Kraft auf die Flügelradwelle als eine Funktion des Flüssigkeitsstroms und

Fig. 4 die Stelle der Radialkraft auf der Welle.

Die in den Fig. 1 und 2 gezeigte Pumpe hat ein Gehäuse 1 und ein Flügelrad 2. Das Flügelrad 2 hat mehrere Flügel 4. Im Gehäuse 1 befinden sich ein Einlaß 8 und ein Auslaß 3. Die in Fig. 1 gezeigte Pumpe hat ferner eine Zwischenwand 11 im Gehäuse 1, die bei bestimmten Pumpenarten vorhanden ist. Die Pumpe wird von

einem Motor 9 angetrieben, von dem die Kraft auf das Flügelrad 2 durch die Welle 7 übertragen wird. Wie in Fig. 2 gezeigt, ist die Welle 7 in zwei Lagern 5 und 6 abgestützt. Die Art und Anzahl der Lager, die verwendet werden, hängt von der Größe und anderen Eigenschaften der Pumpe ab. Die Kräfte, die auf die Welle 7 wirken, werden durch eine Meßvorrichtung 10 gemessen, die das vordere Lager 6 umgibt. Die Meßvorrichtung 10 kann z. B. ein sog. Preßduktor-Radialspannungsmesser sein, durch den die Last z. B. in vier verschiedenen Richtungen rechtwinklig zueinander gemessen werden kann. Durch Vornahme einer Anzahl solcher Messungen unter kontrollierten Bedingungen und bei bekannten Flüssigkeitsströmen kann man die Kurven 22 und 23 in den Diagrammen der Fig. 3 und 4 bilden. Diese Messungen können vom Pumpenhersteller vorgenommen werden, bevor die Pumpe installiert wird. Bei Betriebsbedingungen kann daraufhin die Radiallast auf der Pumpenwelle gemessen und die Position auf der Pumpenkennlinie 21 der Fig. 3 mit einem vernachlässigbaren Fehler von nur etwa einigen wenigen Prozent bestimmt werden.

Die Last auf der Pumpenwelle kann auch dadurch bestimmt werden, daß die Biegung der Welle bestimmt wird, die durch die auf das Flügelrad wirkenden Radialkräfte hervorgerufen wird. Zu diesem Zweck können Dehnungsmesser verwendet werden, die z. B. an einer Buchse angebracht werden, die die Welle zwischen dem Gehäuse und dem ersten Lager umgibt, das dem Gehäuse am nächsten liegt. Jedoch bringt es eine solche Einrichtung mit sich, daß das Lager in vom Flügelrad fortweisender Richtung verschoben wird, was erhebliche Nachteile bedeuten kann. Andere Verfahren zum Messen der Biegung der Welle sind z. B. in GB 1 303 993 und GB 1 303 994 beschrieben. Die dort beschriebenen Verfahren sind technisch komplizierter und erfordern einen größeren Raumbedarf. Daher bringen sie Nachteile der gleichen Art wie Dehnungsmesser mit sich und können außerdem eine erhöhte Unsicherheit hinsichtlich der Meßwerte hervorrufen. Die Biegung der Welle beträgt etwa nicht mehr als 0,05 mm, während eine Messung der Biegekraft erheblich zuverlässigere Werte ergibt, als eine Messung der Biegung, die durch die Kraft hervorgerufen wird.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der momentanen Betriebsbedingungen für eine Zentrifugalpumpe, dadurch gekennzeichnet, daß die resultierende Radialkraft auf die Flügelradwelle gemessen wird und die Meßwerte mit früher gemessenen Werten verglichen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe und die Richtung der Kraft gemessen werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Radialkraft auf ein oder in Verbindung mit einem die Welle abstützenden Lager gemessen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraft, die auf ein Lager wirkt, gemessen wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig 1

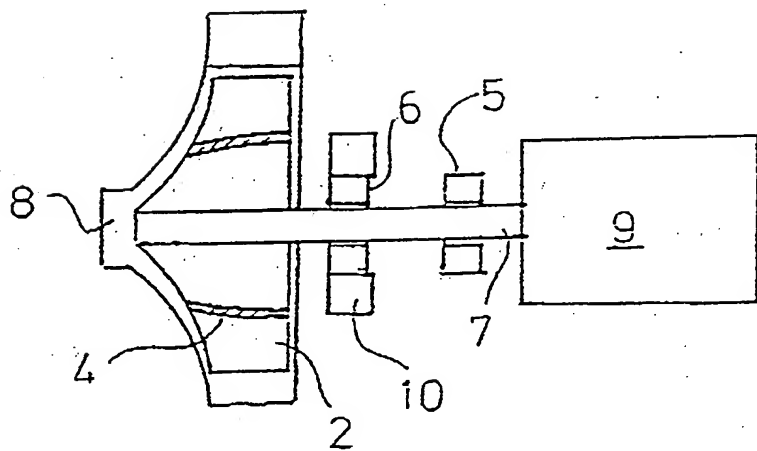
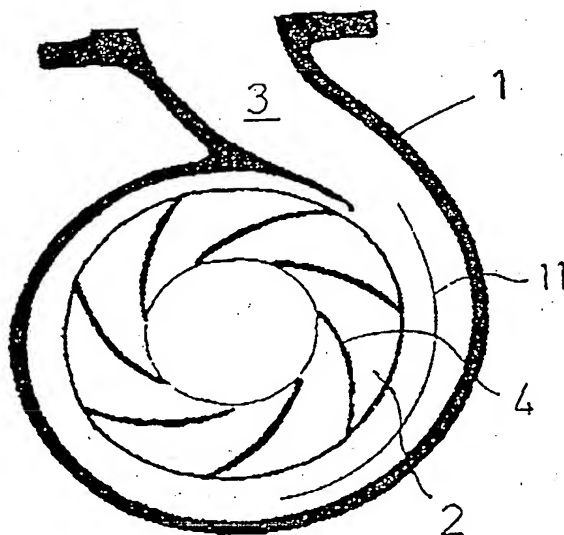


Fig 2

\*

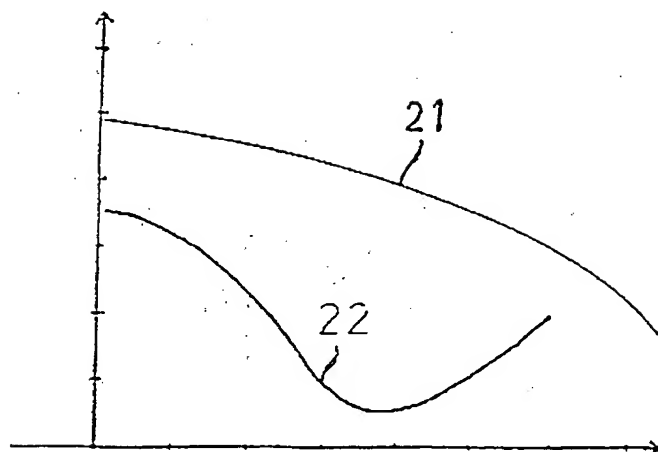


Fig 3

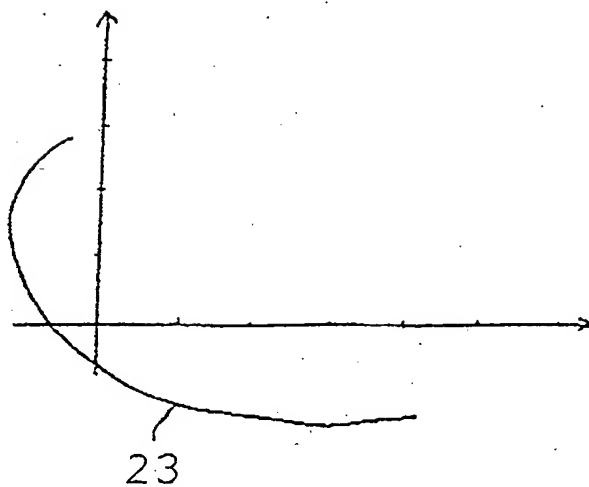


Fig 4